

### 3.5.1 (4.16) ИЗУЧЕНИЕ ПЛАЗМЫ ГАЗОВОГО РАЗРЯДА В НЕОНЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ОПИСАНИЕ

11 августа 2021 г.

В работе используются: стеклянная газоразрядная трубка, наполненная неоном, высоковольтный источник питания, источник питания постоянного тока, делитель напряжения, резистор, потенциометр, амперметры, вольтметры, переключатели.

**Экспериментальная установка.** Схема установки для исследования плазмы газового разряда в неоне представлена на рис. 1. Стеклянная газоразрядная трубка имеет холодный (ненагреваемый) полый катод, три анода и геттерный узел — стеклянный баллон, на внутреннюю поверхность которого напылена газопоглощающая плёнка (геттер). Трубка наполнена изотопом неона  $^{22}\text{Ne}$  при давлении 2 мм рт. ст. Катод и один из анодов (I или II) с помощью переключателя  $\Pi_1$  подключаются через балластный резистор  $R_6$  ( $\sim 450$  кОм) к регулируемому высоковольтному источнику питания (ВИП) с выходным напряжением до 5 кВ. Катод и один из анодов (I или II) с помощью переключателя  $\Pi_1$  подключаются через балластный резистор  $R_6$  ( $\sim 450$  кОм) к регулируемому высоковольтному источнику питания (ВИП) с выходным напряжением до 5 кВ.

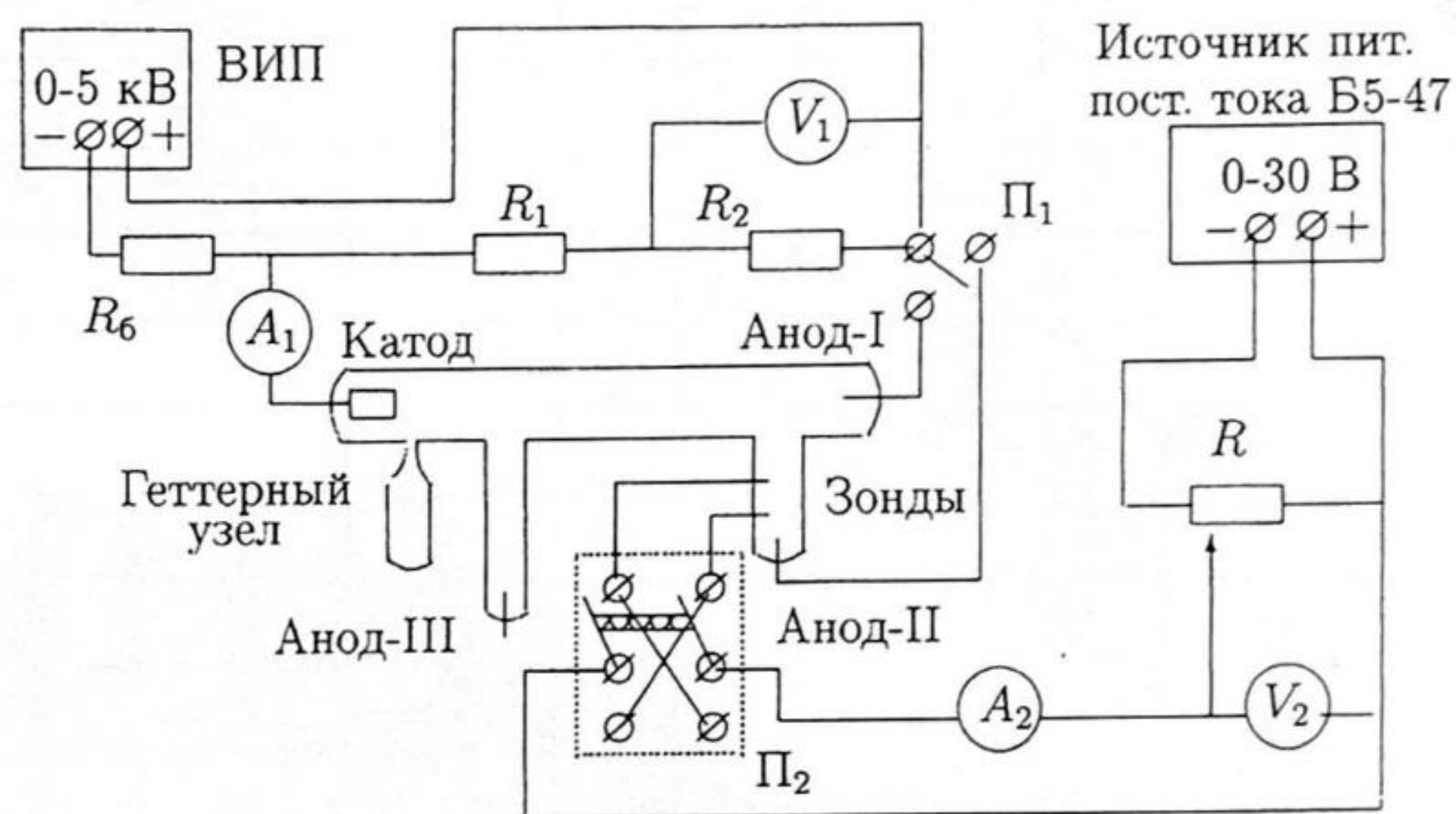


Рис. 1. Схема установки для исследования газового разряда

При подключении к ВИП анода-I между ним и катодом возникает газовый разряд. Ток разряда измеряется миллиамперметром  $A_1$ , а падение напряжения на разрядной трубке — цифровым вольтметром  $V_1$  (мультиметром GDM), подключённым к трубке через высокоомный (25 МОм) делитель напряжения с коэффициентом  $(R_1 + R_2)/R_2 = 10$ .

При подключении к ВИП анода-II разряд возникает в пространстве между катодом и анодом-II, где находится двойной зонд, используемый для диагностики плазмы положительного столба.

Зонды изготовлены из молибденовой проволоки диаметром  $d = 0,2$  мм и имеют длину  $l = 5,2$  мм. Они подключены к источнику питания GPS через потенциометр  $R$ . Переключатель  $\Pi_2$  позволяет изменять полярность напряжения на зондах. Величина напряжения на зондах изменяется с помощью дискретного переключателя «V» выходного напряжения источника питания и потенциометра  $R$ , а измеряется цифровым вольтметром  $V_2$  (GDM). Для измерения зондового тока используется мультиметр  $A_2$  (GDM). Анод-III в нашей работе не используется.

## ЗАДАНИЕ

В работе предлагается снять вольт-амперную характеристику тлеющего разряда и зондовые характеристики при разных токах разряда и по результатам измерений рассчитать концентрацию и температуру электронов в плазме, плазменную частоту, поляризационную длину, дебаевский радиус экранирования и степень ионизации.

### I. Вольт-амперная характеристика разряда

#### 1. Подготовьте приборы к работе:

установите переключатель  $\Pi_1$  в положение «Анод-I»;

ручку регулировки выходного напряжения ВИП поставьте в крайнее левое положение, соответствующее нулевому выходному напряжению, и включите ВИП в сеть. Познакомьтесь с правилами работы с мультиметром (см. ТО в папке).

Подготовьте к работе мультиметр  $V_1$ :

включите прибор в сеть; выберите режим работы — измерение постоянного напряжения (кнопка «DCV» нажата),

автоматический режим (кнопка «AUTO/MEN» нажата), при этом внизу на табло надпись — «AUTO, DC», справа — единицы измерения (V);

кнопкой  $\blacktriangle$  установите предел 1000 В (на табло — 000.xx).

Плавнo увеличивая выходное напряжение ВИП, определите напряжение зажигания разряда  $U_{\text{зж}}$  (показания вольтметра  $V_1$  непосредственно перед зажиганием).

#### 2. С помощью вольтметра $V_1$ и амперметра $A_1$ снимите вольт-амперную характеристику разряда $I_p(U_p)$ . Ток разряда $I_p$ изменяйте в диапазоне от 0,5 мА до $\simeq 5$ мА (при больших токах может сгореть сопротивление).

Проведите измерения как при нарастании, так и при убывании тока. Обратите внимание, что потенциал гашения разряда меньше потенциала зажигания.

### II. Зондовые характеристики

#### 3. Уменьшите напряжение ВИП до нуля и переведите переключатель $\Pi_1$ в положение «Анод-II», переключатель $\Pi_2$ — в положение «+».

Подготовьте к работе мультиметры  $A_2$  и  $V_2$ : включите приборы в сеть;

на  $A_2$  установите автоматический режим измерения постоянного тока (кнопки «DCA» и «AUTO/MEN»), единицы измерения — мкА;

на  $V_2$  установите автоматический режим измерения напряжения (кнопки «DCV» и «AUTO/MEN»), единицы измерения — вольты.

#### 4. Плавнo увеличивайте напряжение ВИП до возникновения разряда и установите разрядный ток $I_p \simeq 5$ мА.

Включите в сеть источник питания GPS, нажмите кнопку «OUTPUT»,

установите произвольный ток (ручкой «CURRENT»),

затем — напряжение  $U_2 \simeq 25$  В (ручкой «VOLTAGE»).

При помощи потенциометра  $R$  установите на зонде максимальное напряжение  $U_2 \simeq 25$  В.

#### 5. С помощью мультиметров $A_2$ и $V_2$ снимите вольт-амперную характеристику двойного зонда $I_3(U_3)$ (в диапазоне от +25 до -25 В) при фиксированном токе разряда

$I_p$ : уменьшая напряжение с помощью потенциометра  $R$  шагами по 3 В в интервале от 25 до 10 В, шагами по 2 В в интервале от 10 В до минимального  $U_2 (\simeq 0,5 \text{ В})$ ; если при малых токах не удаётся плавно регулировать напряжение с помощью реостата  $R$ , можно уменьшить напряжение источника GPS до 10 В.

Чтобы снять участок кривой при отрицательных напряжениях (см. рис. 5.2 Введения), следует при нулевом токе через зонд поменять полярность подключения зондов (переключатель  $\Pi_2$ ).

В процессе измерений необходимо поддерживать постоянной величину тока разряда  $I_p$  в трубке (5 мА).

Записывая результаты в таблицу, ОДНОВРЕМЕННО стройте приближённый график  $I_3(U_3)$  в тетради в интервале от +25 до -25 В. Отцентрируйте кривую: проведите ось абсцисс на уровне  $I = \Sigma \Delta I / 2$ , восстановите ось ординат из точки пересечения кривой с новой осью абсцисс. Убедитесь, что можно провести асимптоты к участкам кривой при больших напряжениях. Если точек мало — проведите дополнительные измерения.

6. Снимите зондовые характеристики при токах разряда, равных 3 и 1,5 мА.
7. Переведите ручки регулировки источников питания к минимальным значениям и отключите приборы. Запишите параметры зондов  $d$  и  $l$  (см. описание экспериментальной установки в папке).

### III. Обработка результатов

8. Постройте вольт-амперную характеристику разряда в координатах  $I_p(U_p)$ .

По наклону кривой определите максимальное дифференциальное сопротивление разряда  $R_{\text{диф}} \text{ Ом} = dU/dI$ .

Сравните график с рисунком 6 Приложения к разделу V. Какому участку ВАХ газового разряда соответствует полученный в работе график?

9. Постройте зондовые характеристики для разных токов разряда на отдельных листах, отцентрируйте кривые и используйте их для определения температуры электронов  $T_e$  по формуле (5.26):

$$kT_e = \frac{1}{2} \frac{eI_{\text{ин}}}{\left. \frac{dI}{dU} \right|_{U=0}}$$

Ток  $I_{\text{ин}}$  (см. рис. 5.8) найдите из пересечения асимптоты к току насыщения с осью  $U = 0$  (точка 1);

$(dI/dU)_{U=0}$  — наклон характеристики  $I = f(U)$  в начале координат (проведите касательную);

проведите горизонталь из точки 1 ( $I_{\text{ин}}$ ) до пересечения с касательной (точка 2); определите  $\Delta U$  в вольтах между точками 1 и 2 и энергию («температуру») электронов  $kT_e$  в электрон-вольтах:  $kT_e = (\Delta U/2)$  эВ.

Рассчитайте температуру электронов в кельвинах (энергии 1 эВ соответствует температура  $T \simeq 11800^\circ\text{К}$ ).

10. Постройте семейство отцентрированных зондовых характеристик  $I_3(U_3)$  на одном листе.

11. Полагая концентрацию электронов  $n_e$  равной концентрации ионов  $n_i$ , определите её, используя формулу Бома (5.22):

$$I_{\text{ин}} = 0,4n_e e S \sqrt{\frac{2kT_e}{m_i}}. \quad [\text{СИ}]$$

Здесь  $S = \pi \cdot d \cdot l$  — площадь поверхности зонда;

$m_i = 22 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27}$  кг — масса иона неона.

12. Рассчитайте плазменную частоту колебаний электронов по формуле (5.1):

$$\omega_p = \sqrt{\frac{4\pi n_e e^2}{m_e}} = 5,6 \cdot 10^4 \sqrt{n_e} \frac{\text{рад}}{\text{сек}}. \quad [\text{СГС}]$$

Какие частоты пройдут через такую плазму при падении на неё э-м излучения?

Рассчитайте электронную поляризационную длину  $r_{De}$  по формуле (5.9):

$$r_{De} = \sqrt{\frac{kT_e}{4\pi n_e e^2}} \text{ см.}$$

Рассчитайте дебаевский радиус экранирования  $r_D$ , используя формулу (5.10), где  $T_e \gg T_i$ , а температура ионов равна комнатной ( $T_i \simeq 300^\circ\text{K}$ ):

$$r_D = \sqrt{\frac{kT_i}{4\pi n_e e^2}} \text{ см.}$$

Можно ли считать плазму квазинейтральной<sup>1</sup>?

13. Оцените среднее число ионов в дебаевской сфере:

$$N_D = \frac{4}{3}\pi r_D^3 n_i. \quad (5.13)$$

Является ли плазма идеальной<sup>2</sup>?

14. Оцените степень ионизации плазмы (долю ионизованных атомов  $\alpha$ ), если давление в трубке  $P \simeq 2$  торр (2 мм рт. ст.):  $\alpha = n_i/n$ , где  $n$  — общее число частиц в единице объёма ( $P = nkT_i$ ).

При нормальных условиях ( $P = 1$  атм = 760 мм рт.ст.,  $T = 0^\circ\text{C}$ )

$n = N_L$  — число Лошмидта.

15. Постройте графики зависимостей электронной температуры и концентрации электронов от тока разряда:  $T_e(I_p)$ ,  $n_e(I_p)$ . Проанализируйте и попытайтесь объяснить полученные зависимости.

16. Оцените погрешности и сведите результаты расчётов в таблицу.

$R_{\text{диф}}$ Ом	$I_p$ мА	$kT_e$ эВ	$n_e$ см <sup>-3</sup>	$\omega_p$ рад/сек	$r_{De}$ см	$r_D$ см	$\langle N_D \rangle$	$\alpha$

Исправлено 11-VIII-2021 г.

<sup>1</sup> Плазма квазинейтральна, если её линейные размеры  $\gg$  поляризационной длины  $r_{De}$ .

<sup>2</sup> Плазму можно рассматривать как идеальный газ, если число Дебая  $N_D \gg 1$  (см. 5.12).

**ВОЛЬТМЕТР УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ЦИФРОВОЙ**  
**GDM-8245 — ИЗМЕРИТЕЛЬ V, I, R, C,  $\nu$**   
 (GDM — Global Digital multimeter)  
**УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ЦИФРОВОЙ МУЛЬТИМЕТР**

К работе допускаются лица, ознакомившиеся с техническим описанием прибора и инструкцией по технике безопасности. Помните,

**в приборе имеются напряжения, опасные для жизни.**

Перед началом эксплуатации прибор должен быть надёжно заземлён.

Используйте только одну руку (правую) для регулировки цепей, находящихся под напряжением. Избегайте небрежного контакта с любыми частями оборудования.

Электрические цепи могут находиться под напряжением даже после выключения из сети.

Никогда не работайте один. Необходимо присутствие персонала, который может оказать вам первую помощь.

Мультиметр предназначен для измерения переменного и постоянного тока и напряжения, сопротивления постоянному току, ёмкости, частоты, прозвона цепей и испытания р-п переходов полупроводниковых приборов. В приборах предусмотрена автоматическая установка нуля.

Измеренные величины отображаются на цифровом индикаторе.

Пределы измерения для мультиметров типа GDM-8245:

постоянное напряжение и переменное напряжение — от 500 мВ до 1200 В,

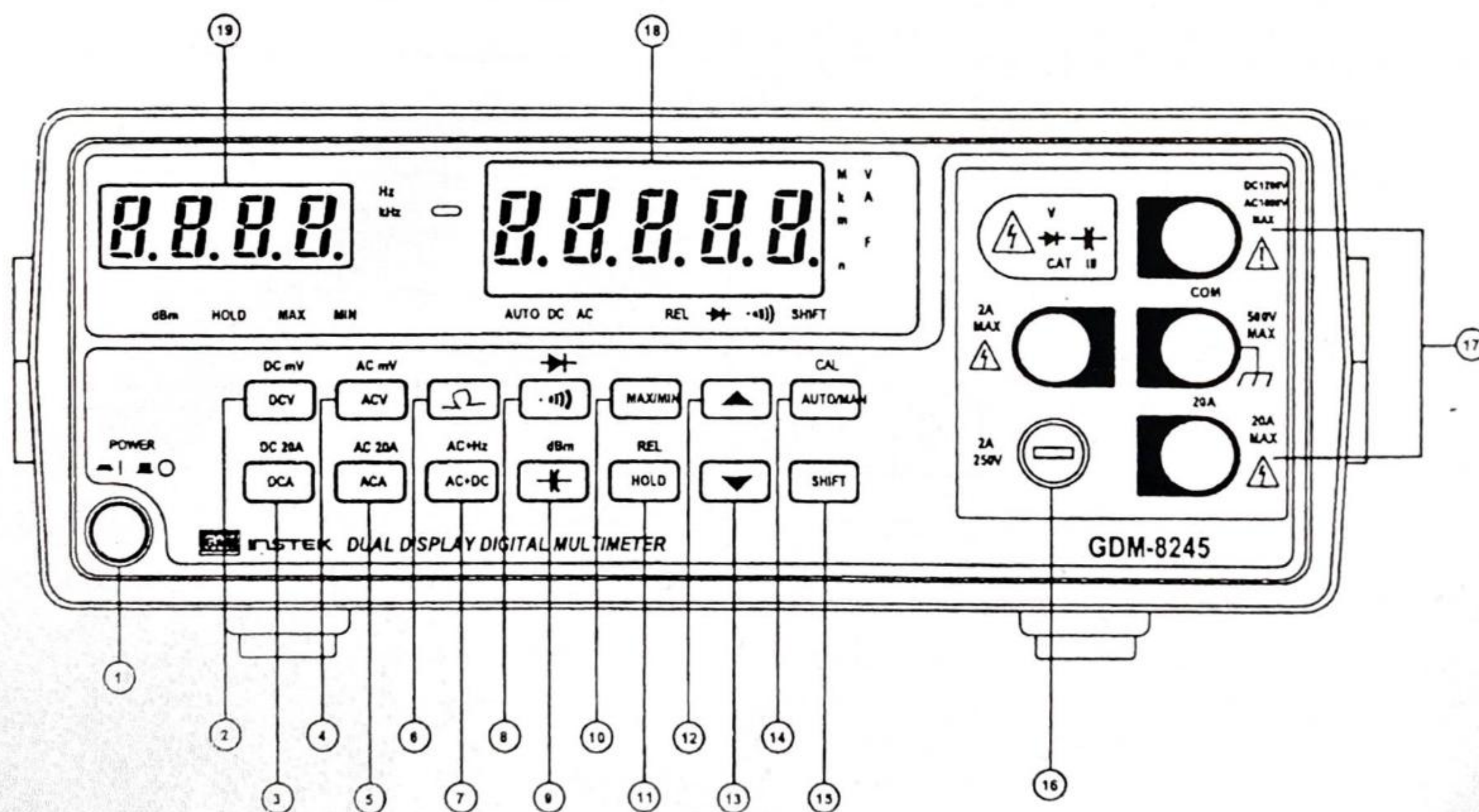
постоянный и переменный ток — от 500 мкА до 20 А,

сопротивление постоянному току — от 500 Ом до 20 МОм,

ёмкость — от 5 нФ до 50 мкФ,

частота — от 10 Гц до 200 кГц.

Входной импеданс — 10 МОм/100 пФ.



Передняя панель мультиметра GDM-8245

ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ НА ПЕРЕДНЕЙ ПАНЕЛИ

№	Наименование	Назначение
(1)	POWER	Клавиша (ВКЛ/ВЫКЛ) питания
(2)	DCV/DCmV	1. [DCV] – режим измер. пост. напряж. ( $>500$ mV) 2. [Shift]+[DCmV] – режим измер. пост. напряж. ( $\leq 500$ mV)
(3)	DCA/DC 20A	1. [DCA] – режим измер. пост. тока ( $\leq 2$ A) 2. [Shift]+[DC 20A] – режим измер. пост. тока ( $> 2$ A)
(4)	ACV/ACmV	1. [ACV] – режим измер. перемен. напряж ( $>500$ mV) 2. [Shift]+[ACmV] – режим измер. пост. тока ( $\leq 500$ mV)
(5)	ACA/AC 20A	1. [ACA] – режим измер. перемен. тока ( $\leq 2$ A) 2. [Shift]+[AC 20A] – режим измер. перемен. тока ( $> 2$ A)
(6)	$\Omega$	Режим измер. сопротивления
(7)	AC+DC/AC+Hz	1. [AC+DC] – режим измерения перемен. сигнала со смещением 2. [Shift]+[AC+Hz] – режим измерен. перемен. V(I) и $\nu$
(8)	$\cdot)))/\rightarrow\vdash$	1. [ $\cdot)))/$ ] – режим прозвона цепи 2. [Shift]+[ $\rightarrow\vdash$ ] – режим испытания р-п переходов
(9)	$\dashv\vdash$ /dBm	1. [ $\dashv\vdash$ ] – режим измерения ёмкости 2. [Shift]+[dBm] – режим измерения относительного напряж.
(10)	MAX/MIN	– режим регистрации максим/миним. значений
(11)	HOLD/REL	1. [HOLD] – режим удержания показаний 2. [Shift]+[REL] – режим $\Delta$ -измерений
(12)	$\blacktriangle$	Выбор большего предела измерений в ручном режиме
(13)	$\blacktriangledown$	Выбор меньшего предела измерений в ручном режиме
(14)	AUTO/MAN	Автоматич./ручной выбор предела измерений
(15)	SHIFT	Кнопка-префикс
(16)	2A 250V	Держатель предохранителя измерительной цепи по току
(17)	COM, 20A, 2A, V, $\Omega$	COM-V- $\Omega$ – измерение напряжения, сопротивления, ёмкости COM-2 A (20 A) – измерение тока до 2A ( $>2$ A)
(18)	Первый дисплей	Основная цифровая шкала
(19)	Второй дисплей	Дополнительная цифровая шкала

Погрешность отсчёта зависит от выбора режима работы и предела измерения.

01.08.2016 г.

# ПРАВИЛА ПОЛЬЗОВАНИЯ МУЛЬТИМЕТРОМ GDM-8245

Включите прибор кнопкой [POWER] (время прогрева  $\approx 15$  мин).

## I. ИЗМЕРЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ, ЁМКОСТИ, ПРОЗВОН ЦЕПЕЙ

1) Подсоедините измерительные провода ко входам прибора:  $V, \Omega, \text{---}$  (красный) и «земля» (COM – общий – чёрный).

2) Включите соответствующий режим измерений: клавиша (6) – для измерения  $R$ , (8) – для прозвона цепей, (9) – для измерения  $C$ .

3) Используя клавишу (14) [AUTO/MAN], установите автоматический или ручной режим выбора предела измерений<sup>1</sup>.

4) Подключите измерительные щупы параллельно схеме измерения и считайте результат с дисплея.

При возникновении перегрузки цифры на индикаторе будут мигать.

Погрешность измерения сопротивления не превышает  $0,001 \cdot R_{\text{изм}} \pm (2 \div 4)$  ед. младшего разряда.

## II. ИЗМЕРЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ

1) Подсоедините измерительные провода ко входам  $V$  (красный) и «земля» (COM – общий – чёрный).

2) Включите соответствующий режим измерений: DCV, ACV, DCmV или ACmV.

3) Используя клавишу (14) [AUTO/MAN], установите автоматический или ручной режим выбора предела измерений.

4) Подключите измерительные щупы параллельно схеме измерения и считайте результат с дисплея.

При возникновении перегрузки цифры на индикаторе будут мигать.

Погрешность измерения переменного напряжения не превышает  $0,005 \cdot V_{\text{изм}} \pm 15$  ед. младшего разряда, постоянного –  $0,003 \cdot V_{\text{изм}} \pm 4$  ед. младшего разряда.

## III. ИЗМЕРЕНИЕ ТОКА

1) Подсоедините измерительные провода к входам 20 А или 2 А (красный) и «земля» («COM» – общий – чёрный).

2) Включите соответствующий режим измерений: DCA, ACA, DC20A или AC20A (AC20A=[Shift]+[ACA]). Единицы измерения видны на дисплее справа.

3) Используя клавишу (14) [AUTO/MAN], установите автоматический или ручной режим выбора предела измерений.

4) Подключите измерительные щупы последовательно схеме измерения и считайте результат с дисплея.

При возникновении перегрузки цифры на индикаторе будут мигать.

Погрешность измерения на переменном токе не превышает  $0,005 \cdot I_{\text{изм}} + 15$  ед. младшего разряда, на постоянном –  $0,002 \cdot I_{\text{изм}} \pm 2$  ед. младшего разряда.

01.08.2016г.

<sup>1</sup> для автоматического выбора предела измерений ёмкости выберите верхний предел измерений, подключите конденсатор и нажмите [AUTO].

## ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА GPS-(7)2303

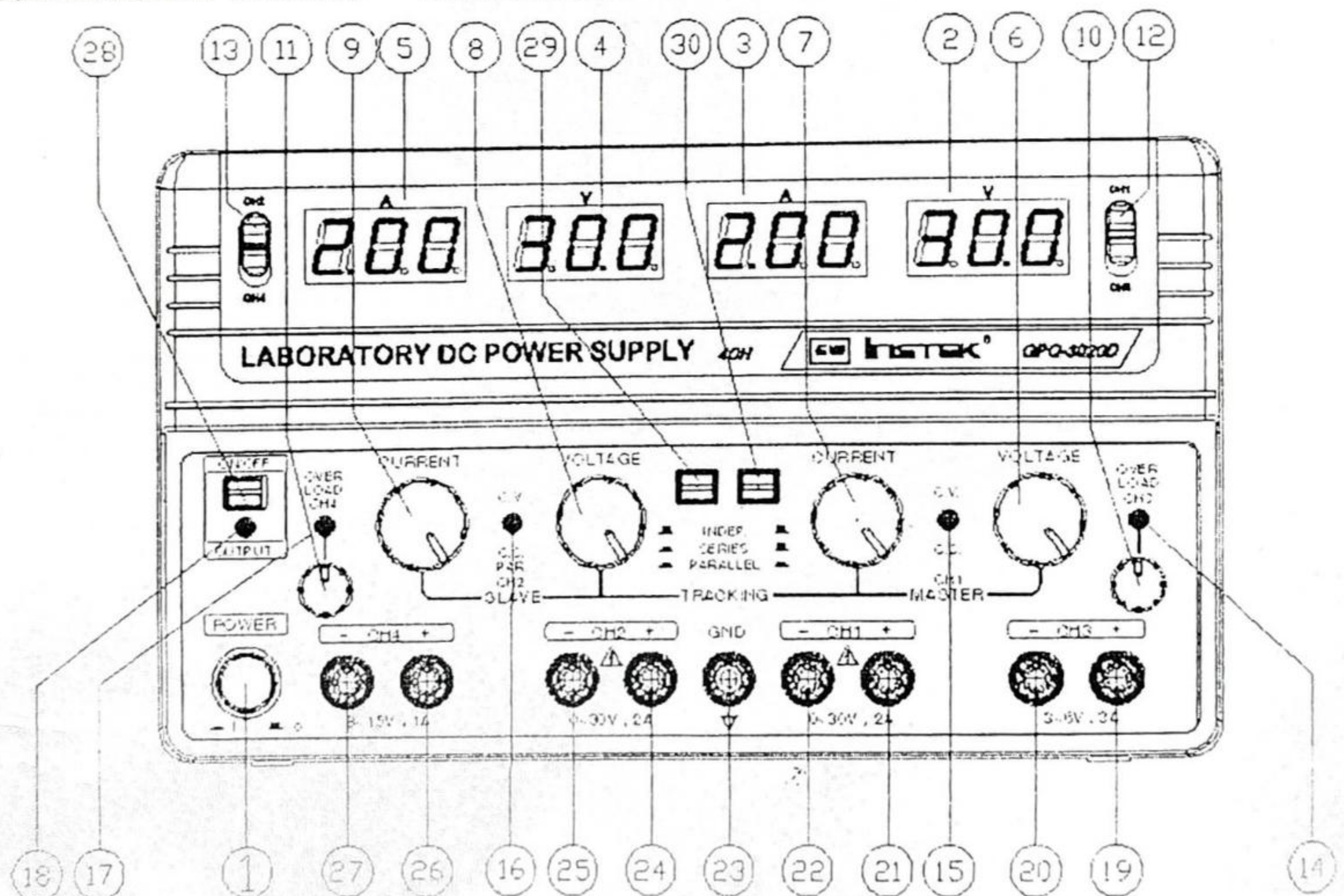
Источник питания предназначен для питания радиотехнических устройств стабилизированным постоянным напряжением или током. Прибор реализован в виде нескольких независимых источников питания в одном корпусе (для GPS-2303 и -72303 — 2 источника). С помощью переключателей на лицевой панели задаётся один из трёх режимов работы: независимый, последовательный или параллельный. В независимом режиме обеспечивается возможность независимой регулировки напряжения и тока на выходе каждого из источников.

Органы контроля и индикации передней панели прибора отображают: в режиме стабилизации выходного напряжения (при независимой работе или в режиме соединения) — достижение предела по току (в случае перегрузки или короткого соединения), в режиме стабилизации выходного тока (только при независимой работе) — снижение напряжения ниже уровня срабатывания схемы защиты от перегрузки. Переключение из режима стабилизации напряжения в режим стабилизации тока (в режим ограничения по току — в случае соединения источников) и наоборот происходит автоматически, при переходе выходным током/напряжением заданного предела.

Источники снабжены цифровыми индикаторами, расположенными на лицевой панели прибора, на которых отображаются значения выходных параметров. В режиме соединения индикаторы ведущего и ведомого источников используются для контроля значений выходных параметров, а регулировка выходного напряжения и тока осуществляется органами управления ведущего.

Прибор перенастраивается при переходе на динамическую нагрузку — из режима стабилизации напряжения в режим стабилизации тока.

Максимальные значения выходных параметров для источника GPS-(7)2303: в независимом режиме (2 источника) — напряжение —  $2 \times 30$  В, ток —  $2 \times 3$  А; в последовательном режиме — напряжение — 60 В, ток — 3 А; в параллельном режиме — напряжение — 30 В, ток — 6 А.



Внешний вид источника питания GPS (1.08.2016 г.)



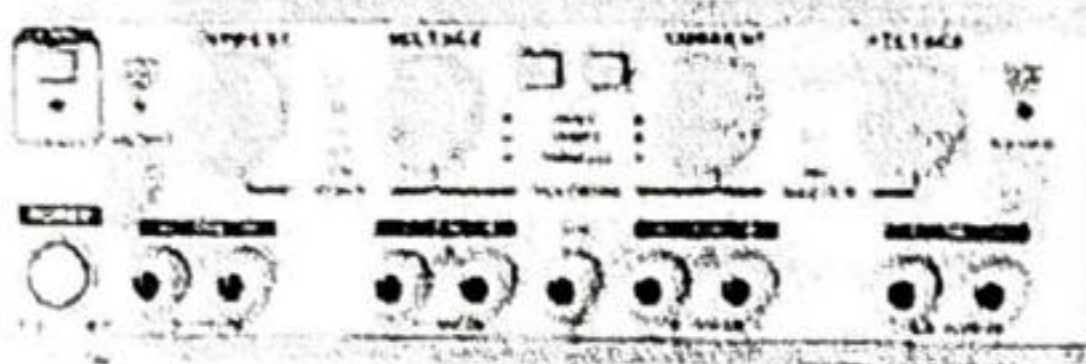
Органы управления и индикация передней панели  
источника питания GPS-(7)2303

№ поз.	Наименование	Назначение
1	POWER	Клавиша (ВКЛ/ВЫКЛ) питания
2	V	Индикация выходного напряжения ведущего источника 1 или 3
3	I	Индикация выходного тока источника 1 или 3
4	V	Индикация выходного напряжения ведущего источника 2 или 4
5	I	Индикация выходного тока источника 2 или 4
6	VOLTAGE	Ручка регулировки V ведущего ист. 1, в послед. или паралл. реж. — регул. вых. V
7	CURRENT	Ручка регулировки тока ведущего ист. 1, в послед. или паралл. реж. — регул. I нагрузки
8	VOLTAGE	Ручка регулировки V ведомого ист. 2 в независимом режиме
9	CURRENT	Ручка регулировки I ведомого ист. 2 в независимом режиме
10-14		Отсутствуют у ист. GPS-(7)2303
15-16	Индикаторы С.V.C.C.	Горят зелёным цветом при стабилизации V, красным — при стабилизации I
17	Индикатор	Отсутствует у источн. GPS-(7)2303
18	Индикатор OUTPUT	Загорается при подключении выходного напряжения на вых. гнезда
19-20		Отсутствуют у источн. GPS-(7)2303
21	+	Вых. клеммы ведущего ист. 1 : «+» — красная, «-» — чёрная
22	-	
23	GND	Клемма ЗЕМЛЯ — зелёная
24	+	Вых. клеммы ведомого ист. 2 : «+» — красная, «-» — чёрная
25	-	
26-27		Отсутствуют у источн. GPS-(7)2303
28	Кнопка (ON/OFF)	ВКЛ/ВЫКЛ выходного напряжения на выходные гнезда
29		Кнопки выбора режима : независимый, последовательный, параллельный
30	TRACKING	

Прибор обеспечивает высокую стабильность и малый уровень пульсаций напряжения и тока. Погрешность отсчёта не превышает 0,02% от измеряемой величины + 5 мВ в режиме стабилизации напряжения, 0,2% от измеряемой величины + 3 мА в режиме стабилизации тока.

1.08.2016 г.

# Источники питания



Источники питания постоянного тока линейные  
GPS-72303, GPS-73303, GPS-74303  
GOOD WILL INSTRUMENT CO., LTD.

- 4 / 3 / 2 канала (74303 / 73303 / 72303): 0...30 В, 0...3 А
- Нестабильность от 0,01 %; пульсации 1 мВ ср. кв., 3 мА ср. кв.
- Дискретность индикации: 0,1 В; 10 мА
- Режимы работы: стабилизация U и I; динамическая нагрузка
- Последовательное и параллельное соединение основных каналов; автотрекинг; 2-х полярный выход
- Защита от перегрузки и переплюсовки
- Электронное отключение нагрузки
- Установка вых. параметров при откл. нагрузке (кроме 72303)
- Цифровая индикация тока и напряжения (3 разряда, СДИ)
- Малошумящий вентилятор охлаждения с терморегулировкой
- Два варианта исполнения выходных разъемов

GPS-74303

Технические данные:

МОДЕЛЬ	НЕЗАВИСИМЫЙ РЕЖИМ				ПОСЛЕД. СОЕДИНЕНИЕ		ПАРАЛ. СОЕДИНЕНИЕ	
	Канал 1	Канал 2	Канал 3	Канал 4	Канал 1, 2	Канал 3, 4	Канал 1, 2	Канал 3, 4
GPS-72303	0...30 В 0...3 А	0...30 В 0...3 А	-	-	0...60 В 0...3 А	-	0...30 В 0...6 А	-
GPS-73303	0...30 В 0...3 А	0...30 В 0...3 А	5 В; 3 А	-	0...60 В 0...3 А	-	0...30 В 0...6 А	-
GPS-74303	0...30 В 0...3 А	0...30 В 0...3 А	2,2...5,2 В 1 А	8...15 В 1 А	0...60 В 0...3 А	-	0...30 В 0...6 А	-

ХАРАКТЕРИСТИКИ	ПАРАМЕТРЫ	ЗНАЧЕНИЯ
СТАБИЛИЗАЦИЯ НАПРЯЖЕНИЯ (КАНАЛ 1; КАНАЛ 2)	Нестабильность	При изменении напряжения питания: $\leq (0,01 \% + 3 \text{ мВ})$ При изменении тока нагрузки: $\leq (0,01 \% + 3 \text{ мВ}) (\leq 3 \text{ А})$ $\leq (0,02 \% + 5 \text{ мВ}) (> 3 \text{ А})$
	Пульсации (5 Гц...1 МГц)	$\leq 1 \text{ мВ}_{\text{ср.кв}}$
	Время установления	$\leq 100 \text{ мкс}$ (50%-изменение нагрузки, мин. ток 0,5 А)
СТАБИЛИЗАЦИЯ ТОКА (КАНАЛ 1; КАНАЛ 2)	Нестабильность	При изменении напряжения питания: $\leq (0,2 \% + 3 \text{ мА})$ При изменении напряжения на нагрузке: $\leq (0,2 \% + 3 \text{ мА})$
	Пульсации (5 Гц...1 МГц)	$\leq 3 \text{ мА}_{\text{ср.кв}}$
АВТОТРЕКИНГ (КАНАЛ 1; КАНАЛ 2)	Погрешность трекинга	$\leq (0,5 \% + 10 \text{ мВ})$ от показаний ведущего источника
	Погрешность соединения	$\leq 300 \text{ мВ}$
	Нестабильность	При изменении тока нагрузки: $\leq (0,01 \% + 3 \text{ мВ})$
	Пульсации (5 Гц...1 МГц)	$\leq 2 \text{ мВ}_{\text{ср.кв}}$
КАНАЛ 3 (GPS-74303/-73303)	Нестабильность	При изменении напряжения питания: $\leq 5 \text{ мВ}$ При изменении тока нагрузки: $\leq 15 \text{ мВ}$
	Пульсации (5 Гц...1 МГц)	$\leq 2 \text{ мВ}_{\text{ср.кв}}$
	Погрешность установки выходного напряжения	$\pm 5 \%$ от показания
КАНАЛ 4 (GPS-74303)	Нестабильность	При изменении напряжения питания: $\leq 5 \text{ мВ}$ При изменении тока нагрузки: $\leq 10 \text{ мВ}$
	Пульсации (5 Гц...1 МГц)	$\leq 2 \text{ мВ}_{\text{ср.кв}}$
	Погрешность установки выходного напряжения	$\pm 5 \%$ от показания
ЦИФРОВОЙ ИНДИКАТОР	Формат индикации	3 разряда, СД индикаторы, высота символов 13 мм
	Погрешность индикации при включенной нагрузке	GPS-74303/-73303: $\pm (0,5 \% + 2 \text{ ед. счета})$
	Погрешность индикации при отключенной нагрузке	GPS-74303/-73303: $\pm (0,5 \% + 8 \text{ ед. счета})$ GPS-72303: $\pm (0,5 \% + 2 \text{ ед. счета})$
ИЗОЛЯЦИЯ	Корпус - выход	$\geq 20 \text{ МОм}$ (напряжение испытания 500 В пост.)
	Корпус - сеть	$\geq 30 \text{ МОм}$ (напряжение испытания 500 В пост.)
ОБЩИЕ ДАННЫЕ	Напряжение питания	100 / 120 / 220 В ( $\pm 10 \%$ ) / 230 В (+ 10 %, - 6 %), 50 / 60 Гц
	Габаритные размеры	255 x 145 x 265 мм
	Масса	7 кг
	Комплект поставки	Соединительные провода (4/3/2), шнур питания (1)